

Course of study (code) / Назва дисципліни (шифр)	<b>Імітаційне моделювання</b> E11224BIMOD	
Academic year / Навчальний рік - Семестр	2022/2023 –7 семестр	
Course of study / Назва спеціальності	122 Комп'ютерні науки	
Educational program / Освітня програма Education - ECTS / Рівень – Кредити Status / Статус Learning language / Мова навчання	«Комп'ютерні науки» Перший (бакалаврський) рівень – 5 ECTS Обов'язкова Українська	
Author / Укладач	Соловйова Вікторія Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент, Державний університет економіки і технологій, e-mail: <a href="mailto:solovieva_vv@kneu.dp.ua">solovieva_vv@kneu.dp.ua</a> , <a href="https://orcid.org/0000-0002-8090-9569">https://orcid.org/0000-0002-8090-9569</a> , моб. +380972698959	
Консультації	П'ятниця 15.00-16.00	

#### A. OBJECTIVE OF THE SUBJECT / МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни** - сформувати теоретичні знання щодо суті машинної імітації систем, систем обробки інформації і автоматизованого проектування інформаційних систем. Оволодіти практичними навичками використання імітаційних моделей при підвищенні ефективності управління процесами і розв'язання задач автоматизованого проектування інформаційних систем.

**Завданням є** набуття студентами знань з утворення концептуальних імітаційних моделей складних систем; розробки логічних схем імітаційних моделей та розробки програмного забезпечення імітаційних моделей за допомогою відповідних мов програмування.

#### B. SUBJECT PROGRAM / ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

**Тема 1.** Вступ до курсу імітаційне моделювання. Історична довідка про виникнення та розвиток імітаційного моделювання (машинної імітації). Моделювання та його використання в науці і техніці. Математичне (аналітичне) моделювання. Макетне моделювання. Фізичне моделювання : критерії подібності, аналіз розмірностей. Аналогове моделювання: механічні та електричні системи аналогій; аналогії полів; аналогові обчислювальні машини. Машинна імітація. Основні напрями використання машинної імітації: прогнозування розвитку складних систем (національних економік); створення важливих народно-господарських та інформаційних проєктів; охорона навколишнього середовища, навчання та підготовка кадрів. Застосування машинної імітації в інформаційних системах: модуль в автоматизованих робочих місцях; розробка автоматизованих інформаційно-пошукових систем; моделювання структур управління в умовах застосування інформаційних систем; розв'язування оптимізаційних функціональних задач; моделювання автоматизованих систем обробки даних; створення штучного інтелекту; автоматизація проектування інформаційних систем. Схема застосування машинної імітації в інтелектуальних системах. Розповсюдження методів машинної імітації в науковій роботі, в практиці і управлінській роботі (за результатами досліджень найбільших фірм США). Огляд і характеристики першоджерел. Мета і завдання курсу.

Сутність імітаційного моделювання. Поняття імітаційного моделювання та машинної імітації. Переваги методу машинної імітації. Головні вади методу. Умови доцільності використання машинної імітації. Цілі машинної імітації: вивчення діючої системи, аналіз гіпотетичної системи, проєктування більш досконалої системи. Встановлення адекватності імітаційної моделі еволюційних процесів; однорідне градування модельного (системного) часу - принцип часового приросту; неоднорідне градування модельного часу - принцип особливих станів. Програма реалізації імітаційної моделі. Мови машинного моделювання: мови моделювання неперервних процесів; мови моделювання неперервно-дискретних процесів, мови моделювання дискретних процесів. Відмінності мов імітаційного моделювання. Переваги та вади використання мов імітаційного моделювання в практичній роботі. Приклад створення імітаційної моделі обчислювальної системи. Приклад створення GPSS/PC програми імітаційної моделі завантаження ЕОМ.

**Тема 2.** Основні етапи побудови імітаційної моделі. Види робіт під час реалізації імітаційної моделі: побудова імітаційної моделі; розробка методики моделювання - планування експериментів і статистична обробка результатів моделювання; розробка програмного забезпечення; проведення імітації на ЕОМ; аналіз та узагальнення результатів. Визначення задачі та її аналіз. Повне формулювання задачі: визначальне формулювання задачі; методологія розв'язування задачі. Вимоги до інформації. Оцінка інформації. Висування гіпотез та прийняття припущень. Встановлення основного змісту моделі. Фактори, які враховуються в основному змісті моделі: реальна обстановка, задача, засоби розв'язування задачі. Визначення параметрів, змінних та критеріїв ефективності. Порядок опису змінних. Опис концептуальної

моделі та перевірка її вірогідності. Порядок і моделі перевірки вірогідності концептуальної моделі. Побудова логічної структурної схеми (блок-схеми) імітаційної моделі. Порядок перевірки логічної достовірності блок-схеми імітаційної моделі.

**Тема 3.** Імітаційна модель керування запасами. Суть оптимального керування запасами. Керуючі параметри. Некеровані параметри. Характеристика некерованих параметрів. Стратегії керування запасами: періодичні та з критичними рівнями. Статична детермінована модель керування запасами. Формула оптимального розміру партії замовлення (формула Вільсона). Керування багатими продуктивними запасами: основні передумови; економіко-математична модель; метод множників Лагранжа; алгоритм розв'язування задачі. Концептуальна імітаційна модель керування запасами (основні передумови). Блок-схема імітаційної моделі. Деякі результати програмної реалізації імітаційної моделі та їх узагальнення.

**Тема 4.** Поняття про метод Монте-Карло. Розвиток і застосування методу Монте-Карло. Деякі приклади застосування методу для розв'язування детермінованих задач. Точність оцінки ймовірності за допомогою відносної частоти, отриманої методом Монте-Карло.

**Тема 5.** Генерування випадкових подій і дискретно розподілених випадкових величин. Імітація випадкових величин. Схема випробувань за "жеребком" (СВЖ). Перший спосіб використання СВЖ. Другий спосіб використання СВЖ. Стандартний метод імітації дискретно розподілених випадкових величин. Спеціальні методи імітації деяких дискретних розподілів: рівномірний дискретний розподіл; геометричний розподіл; розподіл Пуассона.

Генерування неперервних випадкових величин. Суть проблеми імітації неперервних розподілів. Стандартний метод імітації: основна теорема, алгоритм стандартного методу та границі його застосування, приклади застосування стандартного методу. Метод добору (відбракування): основна теорема; алгоритм методу добору й особливості його застосування. Наближене формування розподілу: концептуальна схема; алгоритм наближеного формування розподілу. Генерування нормально розподілених випадкових чисел; табличний спосіб; використання центральної граничної теореми; корекція розрахунків; метод Бокса-Малера; метод Марсельї - Брея.

**Тема 6.** Планування імітаційних експериментів : основні визначення. Основні поняття планування експериментів: відгук, фактори, функція відгуку. Зображення функції відгуку лініями однакового рівня. Апроксимуючий поліном. Рівняння регресії. Основні вимоги регресійного аналізу. Дворівнева система вимірювання факторів. Повні факторні плани: визначення, матриця планування, геометрична інтерпретація повно факторного плану (ДФП). Властивості ДФП: симетричність, нормування, ортогональність, рототабельність. Таблиця ДФП з ефектами взаємодії. Дробові факторні плани (ДФП): необхідні умови використання; матриця ДФП, властивості ДФП; пів репліки в ДФП.

Тема 7. Одержання апроксимуючих поліномів. Лінійна апроксимація. Визначення коефіцієнтів лінійної регресії. Апроксимуючий поліном другого ступеня і зведення його до лінійного виду. Композиційні плани. Матриця композиційного плану. Геометрична інтерпретація композиційного плану. Ортогональний центральний композиційний план. Таблиця для визначення величини "зіркового" плану. Рота табельний композиційний план. Уніформіст. Вибір "зіркового" плану в рота табельних композиційних планах.

**Тема 8. Статистична перевірка результатів імітаційних експериментів.** Перевірка однорідності дисперсії; схема перевірки гіпотези про однорідність дисперсії за критерієм Кохрена. Дії експериментатора при відхиленні гіпотези про однорідність дисперсії. Визначення більш точної оцінки дисперсії. Перевірка значущості коефіцієнтів регресії. Нуль-гіпотеза. Критерій Стьюдента. Схема перевірки. Причини статистичної незначущості коефіцієнтів регресії. Перевірка адекватності моделі. Статистична оцінка дисперсії адекватності. Критерій Фішера. Схема перевірки гіпотези адекватності моделі. Дії експериментатора при неадекватності моделі.

### C. LIST OF COMPETENCIES AND STUDIES TARGETED RESULTS / ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

#### Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК13. Здатність діяти на основі етичних міркувань.
- ЗК14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного

Спеціальні (фахові)  
компетентності (ФК)

Програмні результати навчання  
(ПРН)

демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, праві свобод людини і громадянина в Україні.  
ЗК15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування

СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики.

СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

СК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та

дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

ПР3. Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.

ПР4 Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.

ПР5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

ПР6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.

ПР7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.  
ПР8. Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.

#### D. SEMESTER PLAN / СЕМЕСТРОВИЙ ПЛАН

Тиждень/ Дата	Тема, план/короткі тези	Форма діяльності (заняття), години, формат	Завдання для СРС (література, ресурси в інтернеті, презентація, відеокурси)
Згідно розкладу	<p><b>Тема 1. Вступ до курсу імітаційне моделювання.</b> Математичне (аналітичне) моделювання. Машинна імітація. Основні напрями використання. Застосування машинної імітації в інформаційних системах.</p> <p><b>Сутність імітаційного моделювання.</b> Поняття імітаційного моделювання та машинної імітації. Умови доцільності використання машинної імітації. Цілі машинної імітації. Встановлення адекватності імітаційної моделі еволюційних процесів; однорідне градування модельного (системного) часу; неоднорідне градування модельного часу - принцип особливих станів. Програма реалізації імітаційної моделі. Мови машинного моделювання: неперервних, неперервно-дискретних, дискретних процесів. Відмінності мов імітаційного моделювання. Приклад створення імітаційної моделі обчислювальної системи. Приклад створення GPSS/PC програми імітаційної моделі завантаження ЕОМ.</p>	лекція (2 год) F2F	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4
		практичні заняття (2 год) F2F	Додаткова: 1, 2, 3, 4 Складання мети імітаційного моделювання різних сфер діяльності, Складання програм та схем імітаційного моделювання
		лекція F2F (2 год) практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Складання мети імітаційного моделювання різних сфер діяльності, Складання програм та схем імітаційного моделювання
Згідно розкладу	<p><b>Тема 2. Основні етапи побудови імітаційної моделі.</b> Види робіт під час реалізації імітаційної моделі: побудова імітаційної моделі; розробка методики моделювання - планування експериментів і статистична обробка</p>	лекція, (2 год) F2F практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Повне формулювання задачі Побудова логічної структурної схеми (блок-схеми) імітаційної моделі
		лекція, (2 год) F2F практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3 Повне формулювання задачі Побудова логічної структурної схеми (блок-схеми) імітаційної моделі

Згідно розкладу	<p><b>Тема 3 Імітаційна модель керування запасами.</b> Суть оптимального керування запасами. Керуючі параметри. Некеровані параметри. Стратегії керування запасами. Статична детермінована. Керування багато продуктовими запасами: основні передумови; Концептуальна імітаційна модель керування запасами (основні передумови). Блок-схема імітаційної моделі.</p>	лекція, (2 год) F2F практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Побудова логічної структурної схеми (блок-схеми) імітаційної моделі Відпрацювання Імітаційної моделі керування запасами в середовищі Excel
		лекція, (2 год) F2F практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Побудова логічної структурної схеми (блок-схеми) імітаційної моделі Опрацювання імітаційної моделі керування запасами в середовищі Excel
Згідно розкладу	<p><b>Тема 4. Поняття про метод Монте-Карло</b> Застосування методу Монте-Карло. Деякі приклади застосування для детермінованих задач. Точність оцінки ймовірності за допомогою відносної частоти, отриманої методом Монте-Карло. Рівномірна випадкова послідовність чисел РВП [0, 1]. Унікальна властивість послідовності. Принципова схема генерування РВП [0, 1]. Квазі-рівномірні числа. <b>Генерування РВП [0, 1].</b> Поняття про генератори випадкових чисел. Табличний спосіб одержання РВП [0, 1]. Фізичні генератори. Програмні способи одержання РВП [0, 1]. Перевірка якості псевдовипадкових чисел. Загально статистичні методи перевірки якості РВП [0, 1]. Спеціальні методи перевірки РВП [0, 1].</p>	лекція, (2 год) F2F практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Відпрацювання Імітаційної моделі в середовищі Excel та GPSS
		лекція, (2 год) F2F практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Опрацювання імітаційної моделі в середовищі Excel та GPSS
	<p><b>Тема 5. Генерування випадкових подій і дискретно розподілених випадкових величин.</b> Імітація випадкових величин. Схема випробувань за "жеребком" (СВЖ).</p>	лекція, (2 год) F2F практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Генерування випадкових подій в середовищі Excel, Python
Згідно розкладу	<p>Перший спосіб використання СВЖ. Другий спосіб використання СВЖ. Стандартний метод імітації дискретно розподілених випадкових величин. Спеціальні методи імітації деяких дискретних розподілів: рівномірний дискретний розподіл; геометричний розподіл; розподіл Пуассона. Генерування неперервних випадкових величин. Суть проблеми імітації неперервних розподілів. Стандартний метод імітації: основна теорема, алгоритм стандартного методу та границі його застосування, приклади застосування стандартного методу. Метод добору (відбраковки): основна теорема; алгоритм методу добору й особливості його застосування. Наближене формування розподілу: концептуальна схема; алгоритм наближеного формування розподілу. Генерування нормально розподілених</p>	лекція, (2 год) F2F практичні заняття (2 год)	Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Генерування випадкових подій в середовищі Excel, Python



Згідно розкладу	<p>випадкових чисел; табличний спосіб; використання центральної граничної теореми; корекція розрахунків; метод Бокса - Малера; метод Марсельї – Брея.</p> <p><b>Тема 6.</b> Планування імітаційних експериментів : основні визначення. Основні поняття планування експериментів: відгук, фактори, функція відгуку. Зображення функції відгуку лініями однакового рівня. Апроксимуючий поліном. Рівняння регресії. Основні вимоги регресійного аналізу. Дворівнева система вимірювання факторів. Повні факторні плани: визначення, матриця планування, геометрична інтерпретація повно факторного плану (ПФП). Властивості ПФП: симетричність, нормування, ортогональність, ротабельність. Таблиця ПФП з ефектами взаємодії. Дробові факторні плани (ДФП): необхідні умови використання; матриця ДФП, властивості ДФП; піврепліки в ДФП.</p> <p><b>Тема 7.</b> Одержання апроксимуючих поліномів. Лінійна апроксимація. Визначення коефіцієнтів лінійної регресії. Апроксимуючий поліном другого ступеня і зведення його до лінійного виду. Композиційні плани. Матриця композиційного плану. Геометрична інтерпретація композиційного плану. Ортогональний центральний композиційний план. Таблиця для визначення величини "зіркового" плану. Ротабельний композиційний план. Вибір "зіркового" плану в ротабельних композиційних планах</p>	<p>лекція, (2 год) F2F</p> <p>практичні заняття (2 год)</p>	<p>Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Опрацювання Імітаційної моделі в середовищі Excel та Python</p>
Згідно розкладу	<p><b>Тема 8.</b> Статистична перевірка результатів імітаційних експериментів. Перевірка однорідності дисперсії; схема перевірки гіпотези про однорідність дисперсії за критерієм Кохера. Дії експериментатора при відхиленні гіпотези про однорідність дисперсії. Визначення більш точної оцінки дисперсії. Перевірка значущості коефіцієнтів регресії. Нуль-гіпотеза. Критерій Стюдента. Схема перевірки. Причини статистичної незначущості коефіцієнтів регресії. Перевірка адекватності моделі. Статистична оцінка дисперсії Фішера. Схема перевірки гіпотези адекватності моделі. Дії експериментатора при неадекватності моделі.</p>	<p>лекція, (2 год) F2F</p> <p>практичні заняття (2 год)</p> <p>лекція, (2 год) F2F</p> <p>практичні заняття (2 год)</p>	<p>Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4</p> <p>Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Опрацювання імітаційної моделі в середовищі Excel та GPSS</p>
Згідно розкладу	<p>лекція, (2 год) F2F</p> <p>практичні заняття (2 год)</p> <p>лекція, (2 год) F2F</p> <p>практичні заняття (2 год)</p>	<p>Опрацювання літератури: Основна 1, 2, 3, 4 Додаткова: 1, 2, 3, 4 Опрацювання Імітаційної моделі в середовищі Excel.</p>	

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, курсової роботи, індивідуальної та самостійної роботи містяться в системі MOODLE для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» денної та заочної форм навчання.

#### E. BASIC LITERATURE (OBLIGATORY TEXTBOOKS) / ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА (ОБОВ'ЯЗКОВІ ПІДРУЧНИКИ)

Методичні вказівки до написання курсової роботи та виконання індивідуальної і самостійної роботи містяться в системі MOODLE в методичному комплексі з вивчення дисципліни.

1. Томашевський В.М. Моделювання систем. Підручник / В.М. Томашевський. - К.: Видавнича група BVH, 2015. - 352с.
2. Ситник В. Ф. Імітаційне моделювання: навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. / В. Ф.Ситник, Н. С.Орленко. – К.: КНЕУ, 2005. – 208 с
3. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с
4. Кравець І.О. Імітаційне моделювання: Навч. Посібник / І.О. Кравець. - ЧДУ ім. Петра Могили, 2010.- 107

#### F. COMPLEMENTARY LITERATURE / ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Задачин В. М. Моделювання систем: конспект лекцій / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 268 с
2. Скірта Б.К. Имитационное моделирование в управлении сельскохозяйственным производством: Учеб. пособие. – К.: Выща шк., 1990. – 206с
3. Милов А. В. Задания и методические указания к лабораторным работам по курсу "Имитационное моделирование" / сост. А. В. Милов, О. Ю. Полякова, Т. В. Биткова. – Х.: ХГЭУ, 2000. – 48 с.
4. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.

#### G. THE MOST IMPORTANT PUBLICATIONS OF THE AUTHOR(S) CONCERNING PROPOSED CLASSES / ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ АВТОРА, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ З ТЕМАТИКОЮ ЗАПЛАНОВАНИХ ЗАНЬ

1. Соловйова В.В. Universal tools of modeling different nature complex system / В.В. Соловйова, В.Н. Соловйов // Інформаційні технології в освіті та науці: Збірник наукових праць. – Випуск 10. – Мелітополь: ФОП Однорог Т. В., 2018. – 373 с. (283 – 288). <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/2865>
2. Viktoriia Solovieva, Vladimir Soloviev, Anna Tuliakova Visibility graphs and precursors of stock crashes//НЕЙРО-НЕЧІТКІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ. 2019, No 8, с. 3-29. URI <https://ir.kneu.edu.ua:443/handle/2010/32144> [http://nfimte.com/assets/journal/8/Soloviev\\_Solovieva\\_Tuliakova.pdf](http://nfimte.com/assets/journal/8/Soloviev_Solovieva_Tuliakova.pdf)
3. Solovieva, V.V., Bielinskyi, A.O., Matviychuk, A.V., Serdyuk, O.A., Semerikov, S.O., Soloviev, V.N. (2022). Correlational and Non-extensive Nature of Carbon Dioxide Pricing Market. In: , et al. ICTERI 2021 Workshops. ICTERI 2021. Communications in Computer and Information Science, vol 1635. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5_12)  
Published 14 September 2022 Publisher Name Springer, Cham, Print ISBN 978-3-031-14840-8 (Scopus).

#### H. PREREQUISITE AND POSTREQUISITE / ПРЕРЕКВІЗИТИ ТА ПОСТРЕКВІЗИТИ

Студент повинен володіти знаннями та навичками вищої та дискретної математики, теорії ймовірностей та математичної статистики.

Вивчення дисципліни є підґрунтям для вивчення подальших дисциплін спеціальності комп'ютерного напрямку.

#### I. SCOPE AND TYPE / КІЛЬКІСТЬ ВІДВЕДЕНИХ ГОДИН ТА ФОРМА ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЬ

	Денна	Заочна
Лекції	32	8
Практичні (лабораторні)	32	8
Самостійна робота студента (СРС)	41	89
Індивідуально-консультативна робота (ІКР)	15	15
Курсова робота	30	30
<b>Разом годин</b>	<b>150</b>	<b>150</b>

#### J. CURRENT AND FINAL EVALUATION / ПОТОЧНЕ ТА ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ

Складові поточного контролю результатів освітньої діяльності здобувачів вищої освіти	Форма підсумкового контролю	
	<b>екзамен</b>	
	за формами навчання	
	Денна	Заочна

	<i>Поточний контроль</i>	
Знання, уміння та навички, продемонстровані на аудиторних заняттях	20	20
Виконання модульних контрольних робіт	20	5
Виконання і захист завдань самостійної роботи	10	25
	<i>Підсумковий контроль</i>	
	50	50
Усього	100	100

Шкала балів	Оцінка за 4-бальною шкалою	Шкала ECTS
90 – 100	Відмінно	A
80 – 89	Добре	B
70 – 79		C
66 – 69	Задовільно	D
60 – 65		E
21 – 59	незадовільно з можливістю повторного складання екзамену (заліку)	FX
0 – 20	незадовільно з можливістю вивчення дисципліни за індивідуальним графіком у формі додаткової індивідуально-консультаційної роботи	F

#### K. CODE OF CONDUCT OF THE COURSE / КОДЕКС ПОВЕДІНКИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ КУРСУ

Лаконічний виклад окремих політик (кодексу поведінки) викладача і закладу освіти, зокрема:

- Політика щодо пропусків занять.
- Політика щодо виконання завдань пізніше встановленого терміну.
- Політика дотримання академічної доброчесності.

Доцільно навести посилання на детальніші документи закладу освіти з цих політик.

#### L. METHODS OF CONDUCTING / МЕТОДИ НАВЧАННЯ

В даному розділі узагальнюється інформація про форми і методи навчання під час вивчення відповідної дисципліни, зазначені в плані вивчення дисципліни. В умовах модульно-кредитної технології навчання заняття повинні проводитися переважно в активних і творчих формах. У зв'язку з цим найбажаніші форми організації навчання – це проблемні й оглядові лекції, активні семінари, лабораторні заняття, ділові ігри, тренінги, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки тощо.

Методи організації та здійснення навчальної діяльності – це сукупність методів, спрямованих на передачу і засвоєння знань, формування умінь і навичок: словесні, наочні і практичні методи навчання.

Для формувань умінь та навичок застосовуються такі методи навчання:

- вербальні/словесні (лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж);
- наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація);
- практичні (різні види вправлення, виконання графічних робіт, проведення експерименту, практики);
- пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;
- репродуктивний, в основу якого покладено виконання різного роду завдань за зразком;
- метод проблемного викладу.
- частково-пошуковий або евристичний.
- Дослідницький.

#### M. TOOLS, EQUIPMENT AND SOFTWARE / ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Вкажіть, якщо є специфічні вимоги які студент повинен врахувати.

Вкажіть яке обладнання та/або програмне забезпечення ви використовуєте під час викладання.

В умовах карантину обов'язково зазначте інструменти для відеозв'язку та проведення занять й поточного контролю.

Zoom – хмарна платформа для відео і аудіо конференцій та вебінарів.

Teams – платформа для чату, онлайн-зустрічей і спільної роботи, інтегрована з програмним забезпеченням Microsoft Office.

Skype – програма для відео та голосового зв'язку.

ZELIS - система призначена для тестування знань студентів в двох режимах: автоматизований контроль знань та тестування по бланкам.



#### N. STUDENT RESOURCES, MOOC PLATFORMS / ЦИФРОВІ РЕСУРСИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ТА ВІДКРИТІ ДИСТАНЦІЙНІ ОНЛАЙН КУРСИ

Студентам пропонується доступ до навчальних матеріалів дисципліни - moodle.kneu.dp.ua: Coursera – безкоштовні онлайн-курси з різних дисциплін, у разі успішного закінчення яких користувач отримує сертифікат про проходження курсу. EdX – онлайн-курси від закладів вищої освіти. Prometheus — український громадський проект масових відкритих онлайн-курсів.

#### O. FEEDBACK/ ЗВОРОТНІЙ ЗВ'ЯЗОК

Електронні листи є найкращим способом зв'язатися з керівником курсу, і, будь ласка, додайте шифр групи в темі листа. Якщо ви надішлете мені електронне повідомлення, надайте мені, принаймні, 24 години, щоб відповісти. Якщо ви не отримаєте відповідь, відправте листа повторно.

#### P. ACADEMIC HONESTY/ АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ

Державний університет економіки і технологій очікує від студентів розуміння та підтримання високих стандартів академічної чесності. Приклади академічної не доброчесності включають такі: плагіат, зловживання інформацією із застарілих джерел мережі. Очікується, що вся робота, виконана відповідно до вимог курсу, є власною роботою студента. Під час підготовки роботи, яка відповідає вимогам курсу, студенти повинні відрізнити власні ідеї від інформації, отриманої з інших джерел. Без попереднього письмового схвалення викладачем, студенти можуть не подавати один і той же звіт двічі.

(Положення про академічну доброчесність у Державному університеті економіки і технологій. Затверджено Вченою радою Державного університету економіки і технологій, Протокол № 5 від 25 листопада 2021 р.)

[https://www.duet.edu.ua/uploads/normbase/243/pol\\_AD.pdf](https://www.duet.edu.ua/uploads/normbase/243/pol_AD.pdf)

#### APPROVED / ЗАТВЕРДЖЕНО

Рішенням кафедри «Економіки та цифрового бізнесу» Державного університету економіки і технологій - протокол № 1\_\_ від \_\_05\_\_10\_\_2021 року

Укладач

#### ЗАТВЕРДЖЕНО:

Кафедрою економіки та цифрового бізнесу  
Протокол № 1 від 05 жовтня 2022 року  
В.о. завідувача кафедри

Науково-методичною радою Державного університету  
економіки і технологій  
Протокол № 4 від 30 листопада 2022 року  
Голова науково-методичної ради



Вікторія СОЛОВІЙОВА



Вікторія СОЛОВІЙОВА



Валентин ОРЛОВ